

国名 ガボン共和国	太陽光を活用したクリーンエネルギー導入計画
--------------	-----------------------

I 案件概要

事業の背景	ガボンの電力は約 45%が水力発電により賄われているが、水位の低下する乾季には電力不足になり、増加する電力需要への対応のためにディーゼル発電が利用されているという状況にあった。このため、化石燃料に頼らないエネルギー自給率の向上、エネルギー源の多様化が課題となっていた。このような中、太陽光発電を含む再生可能エネルギーは、温室効果ガス排出量を抑制しながら、電力の安定供給を実現する技術として、その導入に対する支援が期待されていた。					
事業の目的	太陽光発電関連機材を調達し、技術者育成支援を行うことにより、発電能力の向上、エネルギー源の多様化、再生可能エネルギー利用に関するガボン国民の意識啓発を図り、もって気候変動対策において、先進国・途上国双方の取組みを促す日本のイニシアティブを示すことに寄与する。					
実施内容	<ol style="list-style-type: none"> 1. 事業サイト：リーブルビル（外務省、オマール・ボンゴ大学） 2. 日本側： <ol style="list-style-type: none"> (1) 130kWp 太陽光発電システム（オマール・ボンゴ大学に据付）、70kWp 太陽光発電システム（外務省に据付）（太陽電池モジュール、ジャンクションボックス、パワーコンディショナーキュービクル、気象計測装置、太陽電池モジュール接続盤、配線および接地材料、コンテナ式キュービクル設備、太陽電池モジュール架台、太陽電池モジュール用架台基礎およびコンテナ式キュービクル設備用基礎、太陽電池モジュール周辺フェンス・ゲート及び砂利、コンテナ式キュービクル設備と接続箱／系統連系点／表示装置等のケーブル敷設）、発電設備の維持管理に必要な予備品等および工具類 (2) 100kW 蓄電器付き停電対策装置（2セット）（オマール・ボンゴ大学に据付）（残余金を用いてのアウトプット追加） (3) ソフトコンポーネント：系統連系型太陽光発電システムに関する基礎知識及び保守点検、緊急時の対応等の維持運営管理に関する研修 3. 相手国側：土地の確保、太陽電池モジュール設置場所の整地、太陽電池システム設置場所へのフェンス・ゲート設置、その他 					
事業期間	交換公文締結日	2010年3月18日	事業完了日（計画）	2012年2月	事業完了日（実績）	当初計画：2013年6月7日（ソフトコンポーネント完了日） 追加調達：2019年8月13日（機材引き渡し日）
	贈与契約締結日	2010年3月18日				
事業費	交換公文供与限度額・贈与契約供与限度額：670百万円			実績額：661百万円		
相手国実施機関	エネルギー水資源省（事業実施時）					
案件従事者	本体：丸紅株式会社、南洋貿易株式会社 コンサルタント：株式会社ニュージェック・日本テクノ株式会社 調達代理機関：一般財団法人日本国際協力システム					

II 評価結果

1 妥当性	<p>【事前評価時のガボン政府の開発政策との整合性】 本事業はガボン政府の開発政策と合致していた。ガボン政府は、「グリーンガボン」と呼ばれる施策を 2009 年 11 月に打ち出し、熱帯雨林の保護、太陽光を含む再生可能エネルギーの活用が掲げられた。</p> <p>【事前評価時のガボンにおける開発ニーズとの整合性】 本事業はガボンにおける再生可能エネルギーにかかる開発ニーズに合致していた。化石燃料に頼らずにエネルギー自給率を向上させ、エネルギー源の多様化を図ることが事前評価時に課題として認識されていた。</p> <p>【事前評価時における日本の援助方針との整合性】 本事業はガボンに対する日本の援助方針とも合致していた。事前評価時、日本政府は環境分野での支援を検討していた。¹ また、日本政府は、2008 年度に気候変動に対する途上国の適応策及び緩和策を支援するため、「環境プログラム無償」を新設した。</p> <p>【事業計画やアプローチの適切性】 事業の計画は適切でなく、その背景は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 2009 年度の補正予算により実施された本太陽光整備事業は、系統連系型太陽光設備の導入すること及びバッテリーなしであることが供与条件となっていた。これは、停電時の稼働を想定していないことを意味する。 2. 協力準備調査の報告書によると、ガボンでは停電が頻繁に起こるため、停電時に太陽光システムが作動しないことは問題であるという認識があった。 3. このような条件のもと、協力準備調査では、停電時に稼働する太陽光発電システムを実現するために、自立運転機能を持つ設計が提案された。しかし、電源としての信頼性が低いため、採用されなかった。 					
-------	---	--	--	--	--	--

¹ 出所：ODA 国別データブック」（2012年）

4. 協力準備調査チームがガボン外務省及びオマール・ボンゴ大学に対して、停電時に稼働しないシステム仕様を伝えたところ、反応は良好ではなかった。

これらの事実から、適切な停電対策機能を設計に盛り込むことは非常に困難であった。他方、停電対策機能なしの事業を進めると、事業進捗に悪影響を及ぼすリスクがあることを、意思決定者が認識していたことも事実である。

実際、事業実施中に、カウンターパートが、停電時に太陽光システムが作動しない仕様であることを問題視した。議論が長引き、事業が長期に渡って一時停止状態となったことが、事業期間延長の大きな要因となった。

【評価判断】
以上より、本事業の妥当性は中程度である。

2 有効性・インパクト

【有効性】

本事業は、事業目的を一部達成した。事後評価時、本事業で設置した太陽光発電システムからの発電は行われていなかった。オマール・ボンゴ大学のサイトについては、2020年以降、設備の一部盗難による空調設備の故障によりインバータが起動できず、太陽光発電システムからの電力が利用できない状態になっている。また、太陽光発電の日々の発電量を監視するためのコンピューターが、2018年末ごろから技術的な問題で正常に機能していない。そのため、エンジニアがエネルギー生産量を測定し、目標が達成されているかどうかを調べることができない。この状況に対応するため、エネルギー省、JICA 本部、JICA ガボン支所の間でフォローアップ協力の可能性を協議中である。

事後評価時点では、外務省に設置された太陽光発電システムは、2019年11月末にオマール・ボンゴ大学及びガボン電力水道公社 (Société d'Electricité et d'Eaux du Gabon: SEEG) が運営する CDM (Centre des Métiers Jean Violas) という職業訓練センターに移転したため外務省に太陽光発電システムは設置されていない。太陽光発電システムの移設は、外務省建物の全面改修をきっかけに決定された。70枚の太陽電池パネルと2台のインバータがオマール・ボンゴ大学に移設され、事後評価時に使用されていた。外務省に設置されていた残りのシステムは CDM に移設されたが、まだ設置されていない。CDM での設置はエネルギー省が担当し、作業が完了していない。JICA はこの問題の解決策を同省と協議している。2019年にシステムが撤去されるまでは、外務省のサイトで活用されており、外務省のサイトを担当していた技術者によれば、SEEG ネットワークからの消費電力量が減少したこと、目標は達成されたと判断されるが、発電データの記録を保持していないため、根拠として正当化できない。

定性的効果としては、ソフト・コンポーネントの実施により運営・維持管理能力が向上し、再生可能エネルギー利用に対する意識が高まることが期待されていた。オマール・ボンゴ大学では、1名のエンジニアが十分な訓練を受け、能力を有している。しかし、システム全体の保守を確実にを行うためには、資金面や人材面でのサポートに関し、困難な状況に直面している。意識啓発に関しては、太陽光発電システムに対する一般の人々の意識を啓発する活動はしていないが、事業サイトは一般の人々にも目に留まる立地である。オマール・ボンゴ大学のサイトでは、工事期間中に事業について問い合わせがあった。工事終了後、CDM キャンパス (SEEG 学生キャンパス) の学生3名が、卒業論文のための情報収集のため、オマール・ボンゴ大学のエンジニアに接触してきた。また、試験を控えた学生8名が、システムの目的や運用方法について詳しい情報を得るために、2016年～2017年頃にエンジニアに接触してきた。

【インパクト】

気候変動対策において、先進国・途上国双方の取り組みを促す日本のイニシアティブを示すことが期待されていたが、シンポジウム等でモデルケースとして紹介された事例は確認できなかった。

本事業による自然環境への負の影響は現在までみられていない。しかし、ガボンには電池を処理する設備がないため、エネルギー省は使用済み電池が環境に悪影響を与える可能性を懸念している。事後評価時点で欧州投資銀行の支援を受け、電池処理機能を備えた廃棄物処理・回収センター建設の実現可能性調査が実施されており、2024年～2025年の完成が予定されている。

本事業による用地取得・住民移転は発生していない。

【評価判断】

よって、有効性・インパクトは低い。

	基準年 (2009) 計画年	目標年 (2015) 事業完成3 年後	実績値 (2014) 事業完了1 年後	実績値 (2015) 事業完了2年 後	実績値 (2016) 事業完了3年後	実績値 (2021) 事後評価時
指標1: 送電端電力量 (MWh/年)	0	250	-	-	-	-
(内訳)						
オマールボンゴ大学	0	160	*1	-	-	-
外務省	0	90	*2	-	-	0
指標2: CO2 削減量 (t/年)	0	129	-	-	-	-

*1 JICA ガボン支所に保管された資料によれば、2013年1月1日から2013年9月19日までの発電量は65.9MWhであった。

*2 JICA ガボン支所に保管された資料によれば、2013年2月1日から2014年1月31日までの発電量は66.6MWhであった。

出所：エネルギー省、オマール・ボンゴ大学への質問票及び聞き取り

3 効率性

事業費は計画内であったが (計画比：99%)、事業期間は計画を大幅に上回った (計画比：194%—当初計画のみ)。計画を上回った最大の理由は、エネルギー省と外務省から、設置した太陽光発電システムに停電対策機能がないことについて、クレームが大きかったことがあり、この問題の解決には、長い時間を要した。2015年10月、外務省とオマール・ボンゴ大学の太陽光発電装置に蓄電池を含む停電対策装置を設置する追加調達で合意し、事業は再開された。このように、本事業は長期にわたって保留された。アウトプットは計画どおり産出された。

よって、効率性は中程度である。

4 持続性

【制度・体制面】

オマール・ボンゴ大学では、設備資産部が運営・維持管理を担当してきた。しかし、事後評価時点では、1名のエンジニアが自主的にシステムの運営・維持管理を行っていた（正式な人員配置はされていない）。また、現場での維持管理には、壊れたモジュールの交換など物理的な作業が必要なため、アシスタントがいないことはエンジニアにとって支障がある。CDMについては、設備部門が運用・保守を担当するものの、実際のチームはまだ構成されていない。

【技術面】

本事業で研修を受けた技術スタッフが、オマール・ボンゴ大学に設置された太陽光発電システムの運営・維持管理に継続的に携わっている。技術力向上の仕組みとしては、新たにエンジニアを配置する場合、既存のエンジニアもしくはエネルギー省の技術者から研修を受けることになっている。

【財務面】

政府の予算制限により、オマール・ボンゴ大学では資金枠が確保できていない。エンジニアは、サイトの清掃や維持管理に必要な機材を購入する予算がないという問題に直面している。CDMについては、まだシステムが稼動していないため、予算は配分されていない。

事後評価時点で、JICAガボン支所はフォローアップ協力の可能性を探っているが、事業終了後の運営・維持管理についてエネルギー省が予算を保証しない限り実現は難しい可能性がある。

また、事業サイトの警備予算がなく、警備員が配置されていないことも問題である。

【運営・維持管理の状況】

ほとんどの機材は順調に機能してきた。しかし、2020年に、新型コロナウイルス流行に伴うロックダウンの際に空調設備システムの一部が盗まれたため、制御室の空調設備が壊れてしまった。そのため、インバータを作動させることができず、太陽光発電システムによる発電を行うことができない状態となっている。また、室内に設置されているPCにインストールされているソフトウェアが故障したため、発電量を確認することができない。なお、太陽光発電モジュールについては、オマール・ボンゴ大学に設置されている572枚中525枚（外務省から移設したモジュールを含む）は機能している。

オマール・ボンゴ大学での点検・維持管理については、エンジニアが毎日、蓄電池の状態や電流の流れを確認している。停電時には、蓄電池に蓄えられた電力が自動的に学内の各棟に供給される。現在、この施設では太陽光発電を利用できないため、電力会社から電力を受け取り、蓄電池に蓄えている。

太陽光発電システム全体がうまく機能すれば、現在のルーティンワークに加え、エンジニアが太陽光発電システムの発電量を検証し、記録していくことになる。

オマール・ボンゴ大学では、予備部品は適切に維持・活用されているが、2018年の事業終了直後にコンテナごと盗難に遭った。コンテナは事業サイト内に置くスペースがなかったため、盗難当時は大学内の道路脇に置かれていた。このコンテナの中に入っていた重要な工具類は、その後も補充されていない。

CDMでは太陽光発電システムは設置されていないが、モジュールやインバータなどの予備部品は適切に保管されている。

【評価判断】

以上より、本事業の運営・維持管理は制度・体制、財務面に重大な問題があり、本事業によって発現した効果の持続性は低い。

5 総合評価

本事業は、事業目的を一部達成した。2020年以降、本事業で設置した太陽光発電システムからの発電が行われていないため、目標を達成できなかった。日々の発電量のモニタリングに使用しているコンピューターが正常に機能していないことも、データが得られない理由である。外務省の太陽電池モジュールは、オマール・ボンゴ大学とCDMに移設されたが、据付されていない。効率性に関しては、事業期間が計画を大幅に上回った。持続性については、制度・組織面、技術面、財務面で重大な問題がみられた。

以上より、総合的に判断すると、本事業の評価は低いといえる。

III 提言・教訓

実施機関への提言：

- ・エネルギー省とオマール・ボンゴ大学は、2018年と2020年の2回にわたって盗難が発生し、事業の資産の一部が紛失していることを鑑み、事業サイトでの盗難を防止するために警備を強化することが推奨される。
- ・エネルギー省とオマール・ボンゴ大学は、太陽光発電システムが適切に作動するよう、制御室に設置された空調設備を修理することが推奨される。

JICA への教訓：

- ・協力準備段階において、カウンターパートのニーズに合致したプロジェクトであることを慎重に確認する必要がある。本プロジェクトの場合、カウンターパートにとって停電対策機能の重要性が高いことを十分認識するべきであった。
- ・カウンターパート機関と受益者が異なる場合、各関係者の事業終了後の責任を明確に定義しておくことが必要である。本事業の場合、維持管理・補修の費用を誰が負担するのかを明確にすることが望ましかった。エネルギー省がカウンターパート機関であり、依然として設備はエネルギー省の所有であるにもかかわらず、太陽光発電システムの運営・維持管理は、オマール・ボンゴ大学の職員が無償で担当している。



発電した電力量を表示する掲示板（オマール・ボンゴ大学）



オマール・ボンゴ大学に設置された太陽電池モジュール